

## 1/4 - (C) WPI / DERWENT

AN - 1992-230710 [25]  
AP - JP19900276863 19901016  
PR - JP19900276863 19901016  
TI - Mfg. pipes coated with zirconium@ alloy for nuclear fuels - comprises Pilger tube reducing and recrystallisation annealing zirconium@ alloy pipe, finishing and pipe enlarging  
IW - MANUFACTURE PIPE COATING ZIRCONIUM@ ALLOY NUCLEAR FUEL COMPRISE PILGER TUBE REDUCE RECRYSTALLISATION ANNEAL ZIRCONIUM@ ALLOY PIPE FINISH PIPE ENLARGE  
PA - (MITV ) MITSUBISHI MATERIALS CORP  
PN - JP4154944 A 19920527 DW199228 C22F1/18 004pp  
ORD - 1992-05-27  
IC - B21B21/00 ; C22F1/18 ; G21C3/06  
FS - CPI;GMPI;EPI  
DC - K06 M21 P51 X14  
AB - J04154944 Mfr. comprises Pilger tube reducing and recrystallisation annealing at least once each on a Zr-alloy pipe, and finishing by effecting Pilger redn. and strain removal annealing. A pipe enlargement process is applied, and then tensile working at an elongation of up to 20% along the axial direction of the pipe is carried out.  
- Also claimed is a process in which the pipe enlargement is simultaneously effected with the tensile working at the same elongation.  
- ~~USE/ADVANTAGE - Used in nuclear fuels, having improved resistance against stress corrosion cracking.~~

## 2/4 - (C) WPI / DERWENT

AN - 1992-230709 [28]  
AP - JP19900276862 19901016  
PR - JP19900276862 19901016  
TI - Mfg. pipes coated with zirconium@ alloy - comprises Pilger tube reducing and recrystallisation annealing, effecting Pilger redn. and strain removal annealing and applying tensile force  
IW - MANUFACTURE PIPE COATING ZIRCONIUM@ ALLOY COMPRISE PILGER TUBE REDUCE RECRYSTALLISATION ANNEAL EFFECT PILGER REDUCE STRAIN REMOVE ANNEAL APPLY TENSILE FORCE  
PA - (MITV ) MITSUBISHI MATERIALS CORP  
PN - JP4154943 A 19920527 DW199228 C22F1/18 004pp  
ORD - 1992-05-27  
IC - B21B21/00 ; C22F1/18 ; G21C3/06  
FS - CPI;GMPI;EPI  
DC - K06 M21 P51 X14  
AB - J04154943 Mfr. comprises at least effecting Pilger tube reducing and re-crystallisation annealing at least once each, and effecting Pilger redn. and strain removal annealing. Pipe enlargement effected at least one by applying tensile force, within the elastic limit of the Zr alloy, along the axial direction of the pipe.  
- The tensile strength applied to the pipe is pref. 50-100 % of the elastic limit.  
- USE/ADVANTAGE - The pilger redn. may be smoothly effected by re-reducing the bending at the enlargement of the pipe. Zr alloy pipes having good resistance against stress corrosion cracks may be effected at high efficiency.  
- (Dwg.1/1)

## 3/4 - (C) WPI / DERWENT

AN - 1992-157190 [19]  
AP - JP19900212642 19900810  
PR - JP19900212642 19900810  
TI - Mfg. zirconium alloy sheath pipe with excellent corrosion resistance - by applying Pilger tube reducing to zirconium alloy prim. pipe and recrystallisation annealing, after final Pilger rolling, stretching  
IW - MANUFACTURE ZIRCONIUM ALLOY SHEATH PIPE CORROSION RESISTANCE APPLY PILGER TUBE REDUCE ZIRCONIUM ALLOY PRIMARY PIPE RECRYSTALLISATION ANNEAL AFTER FINAL PILGER ROLL STRETCH  
PA - (MITV ) MITSUBISHI MATERIALS CORP  
PN - JP4099256 A 19920331 DW199219 006pp

Page Blank (uspto)

## ⑫ 公開特許公報(A)

平4-154943

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)5月27日

C 22 F 1/18

E 9157-4K

B 21 B 21/00

8617-4E

G 21 C 3/06

7156-2G G 21 C 3/06

K

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全4頁)

⑮ 発明の名称 耐応力腐食割れ性に優れたZr合金被覆管の製造法

⑯ 特 願 平2-276862

⑰ 出 願 平2(1990)10月16日

⑱ 発 明 者 菊 川 朋 一 埼玉県桶川市上日出谷1230 三菱金属株式会社桶川第一製作所内

⑱ 発 明 者 須 田 佳 孝 埼玉県桶川市上日出谷1230 三菱金属株式会社桶川第一製作所内

⑱ 発 明 者 磯 部 毅 埼玉県大宮市北袋町1-297 三菱金属株式会社中央研究所内

⑲ 出 願 人 三菱マテリアル株式会社 東京都千代田区大手町1丁目6番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 富田 和夫 外1名

## 明 細 書

応力腐食割れ性に優れたジルコニウム合金被覆管の製造法。

## 1. 発明の名称

耐応力腐食割れ性に優れたZr合金  
被覆管の製造法

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、原子炉燃料の被覆管として用いた場合に、優れた耐応力腐食割れ性を示すジルコニウム（以下、Zrで示す。）合金被覆管の製造法に関するものである。

〔従来の技術〕

一般に、原子炉燃料の被覆管としてZr合金被覆管が用いられることはよく知られている。上記Zr合金被覆管を製造するためのZr合金は、JIS規格のH4751に規定されているジルカロイ2またはジルカロイ4が用いられ、そのなかでも加圧水型原子炉の燃料用Zr合金被覆管としては特にジルカロイ4が用いられている。

上記Zr合金被覆管は、押出し成形して得られた肉厚のZr合金素管をビルガー圧延および再結晶焼鈍をそれぞれ1回または複数回繰返し施した

## 2. 特許請求の範囲

(1) ジルコニウム合金管に、ビルガー圧延および再結晶焼鈍をそれぞれ1回または複数回繰返し施したのち、最終ビルガー圧延および歪取り焼鈍することによりジルコニウム合金被覆管を製造する工程において、

ジルコニウム合金弾性限界内の張力を管の軸方向に加えながら拡管する工程を少なくとも1回施すことを特徴とする耐応力腐食割れ性に優れたジルコニウム合金被覆管の製造法。

(2) 上記ジルコニウム合金弾性限界内の管軸方向張力は、ジルコニウム合金弾性限界の50～100%の張力であることを特徴とする請求項1記載の耐

のち、最終ビルガー圧延および歪取り焼鈍することにより製造され、上記ビルガー圧延は冷間圧延で行われ、上記再結晶焼鈍は真空雰囲気中、温度530～760℃で行われ、最後の歪取り焼鈍は430～490℃で行われる。

このようにして得られたZr合金被覆管には、原子炉燃料ペレットが充填され、原子炉燃料集合体に組立てられ、炉心に挿入されて使用される〔これらの点については、社団法人、日本金属学会編「改訂5版 金属便覧」平成2年3月31日、丸善株式会社発行、812～815参照〕。

最近、電力供給源として原子力発電の比重が高まるにつれて原子力発電の高効率化が求められ、原子炉燃料集合体の炉内滞在時間の長期化、原子炉燃料の高燃焼度化、および原子炉の負荷追従運転等が実施され、それに伴って、原子炉燃料ペレットとZr合金被覆管との相互作用による被覆管の応力腐食割れを起す可能性が高くなり、長期にわたって続けて運転操業すると事故につながる恐れがあるなどの問題が生じてきた。

— 3 —

拡管処理されたZr合金管に曲りが生じ、そのため、次のビルガー圧延においてマンドレルに差し込むことができなくなるなどの課題があった。

〔課題を解決するための手段〕

そこで、本発明者等は、かかる曲りを生じることなく拡管を施す方法を求めて研究した結果、

拡管と同時にZr合金弾性限界内の管軸方向張力、好ましくはZr合金弾性限界の50～100%の管軸方向張力を加えながら拡管前のZr合金管径寸法に対して5～12%増加するような平均径寸法となるように拡管すると、従来のように曲りが生じることがないという知見を得たのである。

この発明は、かかる知見にもとづいてなされたものであって、

Zr合金管に、ビルガー圧延および再結晶焼鈍をそれぞれ1回または複数回繰返し施したのち、最終ビルガー圧延および歪取り焼鈍することによりZr合金被覆管を製造する工程において、

Zr合金弾性限界内の管軸方向張力、好ましくはZr合金弾性限界の50～100%の範囲内の管軸

そのため原子炉燃料ペレットとZr合金被覆管との相互作用による応力腐食割れを起すことのないZr合金被覆管を開発すべくいろいろな研究が成されており、例えば、米国特許第4,765,174号明細書では、Zr合金素管をビルガー圧延したのち再結晶焼鈍することによりZr合金被覆管を製造する工程において、Zr合金管の直径を5～12%拡管させたのち、約676.7℃で再結晶焼鈍する工程を、上記ジルコニウム合金被覆管を製造する工程の中間段階において少なくとも1回施すことにより耐応力腐食割れ性に優れたジルコニウム合金被覆管を製造する方法が提案されている。上記Zr合金管の直径を拡管前の直径の5～12%拡管させたのち、約676.7℃で再結晶焼鈍する工程を施すことによりZr合金管の稠密六方晶のc軸がZr合金素管の半径方向に平行に揃い、耐応力腐食割れ性が向上するとされている。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところが、上記Zr合金管の直径を拡管前の直径の5～12%増加させる拡管処理を施すと、上記

— 4 —

方向張力を加えながら拡管する工程を少なくとも1回施す、耐応力腐食割れ性に優れたZr合金被覆管の製造法に特徴を有するものである。

上記Zr合金弾性限界内の管軸方向張力を加えながら拡管する工程は、上記通常のビルガー圧延によるZr合金被覆管の製造工程のいずれの段階に挿入されてもよい。

上記Zr合金弾性限界内の管軸方向張力はZr合金弾性限界の50～100%の範囲内の管軸方向張力であるのが好ましい。

管軸方向張力がZr合金弾性限界の50%未満の場合は拡管による曲りを矯正する効果が認められず、また100%を越える場合は、拡管による径方向の寸法変化と共に軸方向に対しても寸法変化を生じるため、寸法をコントロールすることが難しくなる。したがって管軸方向張力はZr合金弾性限界の50～100%とした。

〔実施例〕

つぎに、この発明を実施例に基づいて具体的に説明する。

— 5 —

— 6 —

外径:3.4インチ(86.4mm)、肉厚:0.6インチ(15.2mm)の寸法を有し、

Sn:1.5重量%、Fe:0.2重量%、

Cr:0.1重量%、

を含有し、残りがZrおよび不可避不純物からなる組成のZr合金押し素管を用意した。

上記Zr合金押し素管を、ビルガー圧延したのち引続いて真空雰囲気中、温度:880℃、2時間保持の条件で再結晶焼鈍する工程を3回繰返すことにより、

外径:1.25インチ(31.75mm)、

内径:0.85インチ(21.59mm)、

の寸法を有するZr合金管を製造した。

上記Zr合金管にZr合金弾性限界(30kg/mm<sup>2</sup>)内の第1表に示される実施例1~5および比較例1~2の張力を加えながら管の直径が拡張前の直径よりも8%拡大する拡張処理を施し、得られたZr合金管を第1図に示されるように水平面に置き、その時の高さH(mm)および長さL(m)を求め、単位長さ当りの管の曲り:H/L(mm/m)

— 7 —

を求めてその結果を第1表に示した。

さらに、上記実施例1~5および比較例1~2でZr合金弾性限界内管軸方向張力を伴う拡張したZr合金管を再結晶焼鈍したのち、さらにビルガー圧延および同一条件で再結晶焼鈍する工程を実施し、ついで最終ビルガー圧延および真空雰囲気中、温度:470℃、2時間保持の歪取り焼鈍することにより、外径:0.374インチ(9.5mm)、肉厚:0.002インチ(0.57mm)の寸法を有する実施例1~5および比較例1~2の最終製品であるZr合金被覆管を製造した。

〔発明の効果〕

第1表の結果から、Zr合金弾性限界に対するZr合金管軸方向張力の割合が50~100%の張力を加えることにより、拡張時の曲りを極めて小さくすることができ、次のビルガー圧延を円滑に行うことができることがわかる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、管の曲りを測定する方法を示す説明

— 9 —

種 別	拡張と同時に管軸方向に加えた張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	Zr合金弾性限界(kg/mm <sup>2</sup> )に対するZr合金管軸方向張力の割合 (%)	管の曲り (mm/m)
1	15	50	3.0
2	18	60	2.0
3	21	70	2.0
4	27	90	1.0
5	30	100	0.5
1	張力なし	—	32.0
2	9	30	25.0

(比較例1は、従来例に相当する)

第 1 表

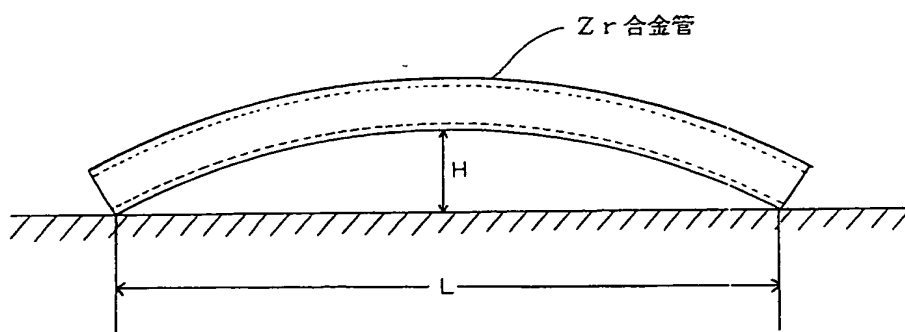
— 8 —

図である。

出 願 人 : 三 菱 金 属 株 式 会 社

代 理 人 : 富 田 和 夫 外 1 名

— 10 —



第 1 図